



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 197 29 844 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 51/00**  
F 02 M 63/00  
F 02 M 47/00

②1 Aktenzeichen: 197 29 844.3  
②2 Anmeldetag: 11. 7. 97  
④3 Offenlegungstag: 14. 1. 99

DE 197 29 844 A 1

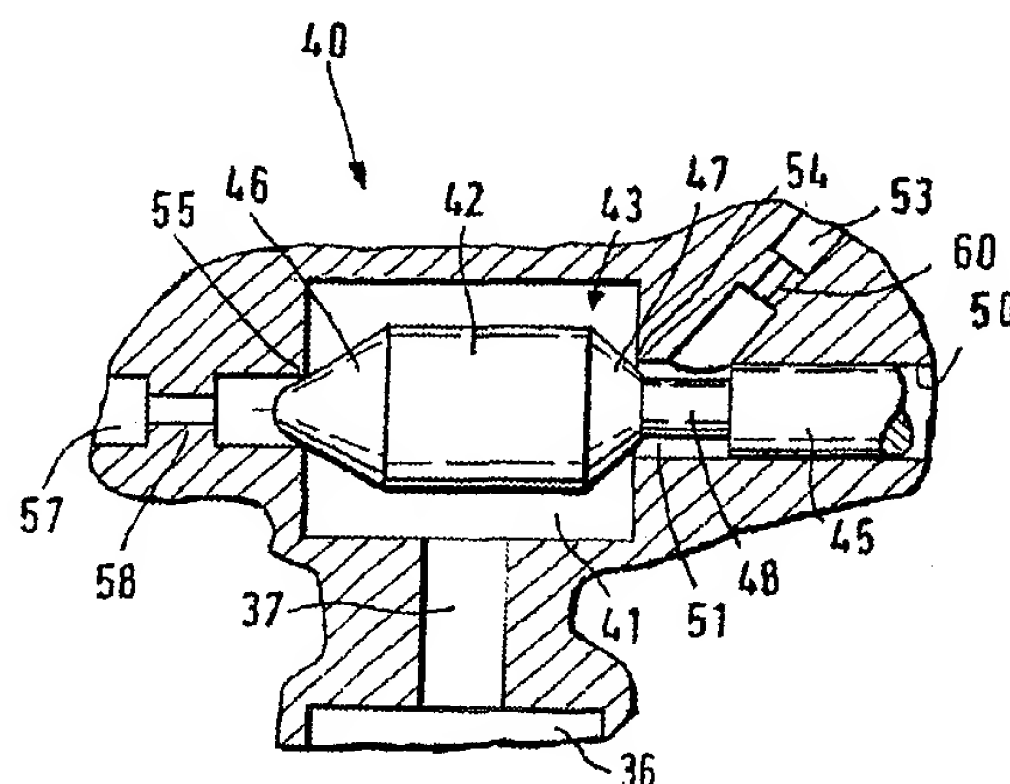
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Heinz, Rudolf, Dr., 71272 Renningen, DE; Potschin,  
Roger, 74336 Brackenheim, DE; Schmoll,  
Klaus-Peter, Dr., 74251 Lehensteinsfeld, DE;  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Kraftstoffeinspritzvorrichtung

⑤7 Es wird eine Kraftstoffvorrichtung vorgeschlagen, die eine Kraftstoffhochdruckquelle (8) aufweist, aus der Kraftstoff Kraftstoffeinspritzventilen (14) zugeführt wird, die mit Hilfe eines Ventils (40) angetrieben durch einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Antrieb (59) gesteuert werden. Mit Hilfe dieses Antriebes kann ein 3-Wegeventil verwirklicht werden, dessen Schließkörper (42) in einer Zwischenstellung einstellbar ist, bei der ein Steuerraum (36), über den eine hydraulische Kraft in Schließrichtung auf ein Ventilschließglied (21) des Einspritzventils ausgeübt werden kann, zugleich mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (8) und einem Entlastungsraum verbindbar ist zur Einstellung eines zwischen Hochdruck der Hochdruckquelle und Entlastungsdruck liegendem Steuerdruck. Auf diese Weise kann eine Teilöffnung des Einspritzventilglieds (21) des Einspritzventils (14) zur Einbringung einer verringerten Einspritzmenge in den Brennraum der Brennkraftmaschine gestellt werden.



DE 197 29 844 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Bei einer solchen, durch die DE 44 06 901 bekannten Kraftstoffeinspritzvorrichtung wird ein 3-Wegeventil verwendet, mit dessen Hilfe der Steuerraum entweder nur mit der Kraftstoffhochdruckquelle oder nur mit einem Kraftstoffrücklaufbehälter verbunden ist. Die Betätigung des Ventiltgliedes dieses 3-Wegeventils erfolgt mit Hilfe eines Elektromagneten. Mit dieser bekannten Ausgestaltung wird entsprechend der Ansteuerung des 3-Wegeventils entweder das Einspritzventilglied in völlig geöffnete oder in völlig geschlossene Stellung gebracht.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzvorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat dem gegenüber den Vorteil, daß der Ventilkörper des Ventiltglieds in eine Zwischenstellung gebracht werden kann, so daß der Steuerraum durch entsprechende Steuerung der zugleich vorhandenen Verbindung zur Kraftstoffhochdruckquelle einerseits und zum Entlastungsraum andererseits einen geringeren Druck bzw. höheren Druck aufweist als wenn der Steuerraum ausschließlich mit dem einen oder anderen der Druckniveaus verbunden wäre. Somit kann auch das Einspritzventilglied eine Zwischenstellung einnehmen entsprechend einer Teilöffnung, die es erlaubt in dieser Stellung eine verminderte Kraftstoffeinspritzrate von Kraftstoff in den Brennraum zu bewirken. Es kann auf diese Weise vorteilhaft mit Hilfe eines 3-Wegeventils der definierten Art eine Voreinspritzung realisiert werden, die regelmäßig eine nur sehr kleine Einspritzmenge erfordert. Durch die Teilerregung des Piezoelements oder des magnetostriktiven Elements führt dieses einen Teilweg aus und verharrt in einer Stellung zwischen den beiden Ventilsitzen. Im Anschluß daran kann das Ventiltglied wieder in eine den Steuerraum belastende Stellung gebracht werden zur Unterbrechung der Kraftstoffeinspritzung zwischen einer Vor- und einer Haupteinspritzung, um schließlich in eine den Zuflußkanal ganz sperrende Position gebracht zu werden, was zur Entlastung des Steuerraums führt und die an die Voreinspritzung anschließende Haupteinspritzung bewirkt.

In vorteilhafter Weise ist dabei gemäß Patentanspruch 2 der den Ventilkörper des Ventiltgliedes betätigende Stößel fest mit diesem verbunden. Zur Einstellung der Entlastungsdynamik wird vorteilhaft gemäß Patentanspruch 3 in den Abflußkanal eine Drossel angeordnet.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 eine schematische Darstellung der Kraftstoffeinspritzvorrichtung, Fig. 2 ein Kraftstoffeinspritzventil der Kraftstoffeinspritzvorrichtung im Schnitt, Fig. 3 das das Kraftstoffeinspritzventil steuernde Ventiltglied und Fig. 4 einen Druckverlauf, der die Ansteuerung und die Auswirkung der Steuervorgänge des 3-Wegeventils verdeutlicht.

## Beschreibung

Die Erfindung basiert auf einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung, die eine Kraftstoffhochdruckpumpe 5 aufweist,

welche aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 6 ggf. unter Zwischenschaltung einer Vorförderpumpe Kraftstoff erhält und über eine Druckleitung 7, auf hohen Druck gebracht, einem Kraftstoffhochdruckspeicher 8 zuführt. Diese Teile sind als Kraftstoffhochdruckquelle zu bezeichnen. Zur Steuerung des Druckes im Kraftstoffhochdruckspeicher 8 ist eine ein Drucksteuerventil 11 enthaltende Entlastungsleitung 12 vorgesehen, die vom Kraftstoffhochdruckspeicher zurück zum Kraftstoffvorratsbehälter 6 führt. Der Kraftstoffhochdruckspeicher 8 versorgt über Kraftstoffleitungen 15 jeweils ein Kraftstoffeinspritzventil 14 mit auf Kraftstoffeinspritzdruck gebrachtem Kraftstoff. Diese Kraftstoffeinspritzventile werden elektrisch gesteuert und zwar von einem Steuergerät 18, das entsprechend Betriebsparametern der Brennkraftmaschine die Öffnung der Kraftstoffeinspritzventile 14 steuert und so den Kraftstoffeinspritzbeginn und die Kraftstoffeinspritzdauer bestimmt. Von diesem Steuergerät wird zugleich auch das Drucksteuerventil gesteuert, wobei als einer der Parameter der Druck im Kraftstoffhochdruckspeicher mittels eines Druckfühlers 9 erfaßt wird und dem Steuergerät zugeführt wird.

Fig. 2 zeigt Teile eines Kraftstoffeinspritzventils 14 im Schnitt. Dieses weist ein Gehäuse 19 auf, indem in einer Längsbohrung 20 ein nadelartiges Einspritzventilglied 21 geführt ist. An seinem einen Ende ist dieses Einspritzventilglied mit einer kegelförmigen Dichtfläche 23 versehen, die an der in den Brennraum der Brennkraftmaschine ragenden Spitze 24 des Ventilgehäuses mit einem Sitz zusammen wirkt, von dem aus Einspritzöffnungen 25 abführen, die das Innere des Kraftstoffeinspritzventils, hier den das Einspritzventilglied 21 umgebenden, mit unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff gefüllten Ringraum 27 mit dem Brennraum verbindet, um so eine Einspritzung zu vollziehen, wenn das Einspritzventilglied von seinem Sitz abgehoben hat. Der Ringraum 27 ist mit einem Druckraum 29 verbunden, der in ständiger Verbindung mit einer Druckleitung 30 steht, die mit der Kraftstoffleitung 15 des jeweiligen Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist. Der so dem Kraftstoffhochdruckspeicher 8 zugeführte Kraftstoffdruck wirkt auch in dem Druckraum 29 und dort auf eine Druckschulter 31, über die in bekannter Weise das Kraftstoffeinspritzventilglied bei geeigneten Bedingungen von seinem Ventilsitz abgehoben werden kann. Am anderen Ende des Einspritzventilglieds ist diese in einer Zylinderbohrung 33 geführt und schließt dort mit seiner Stirnseite 34 einen Steuerraum 36 ein. Die Schließstellung des Einspritzventilgliedes wird dabei durch den Druck im Steuerraum 36 und auch durch eine Druckfeder, die hier symbolisch nur als in Schließrichtung wirkender Pfeil F eingetragen ist, gesteuert. Während die in Schließkraft wirkende Feder F in ihrer Charakteristik unveränderlich ist, wird mit Hilfe des Druckes im Steuerraum 36 die Öffnungs- bzw. Schließbewegung des Einspritzventilglieds ausgelöst. Dazu ist der Steuerraum 36 über einen Kanal 37 mit einem als 3-Wegeventil ausgebildeten Ventil 40 verbunden. Dieses ist in Fig. 3 in den Details näher dargestellt. Vom Steuerraum mündet hier der Kanal 37 in einen Ventilraum 41 ein, in dem ein Schließkörper 42 des Ventiltglieds 43 des Ventils 40 verstellbar angeordnet ist. Dazu hat das Ventiltglied 43 einen mit dem Schließkörper 42 fest verbundenen Stößel 45. Am Schließkörper ist eine erste Dichtfläche 46 an seiner einen Stirnseite und eine zweite Dichtfläche 47 an seiner anderen Stirnseite angeordnet. Die zweite Stirnfläche geht dabei in ein Verbindungsteil 48 zum Stößel 45 über, der einen kleineren Durchmesser hat als der übrige, in einer Führungsbohrung 50 geführte Stößel 45. Zwischen Führungsbohrung und dem Verbindungsteil 48 des Stößels 45 wird ein Ringraum 51 gebildet, in den ein Zuflußkanal 53 mündet. Dabei bildet der Ringraum 51 einen Durchflußka-

nal zwischen Zuflußkanal und dem Ventilraum 41. An der Mündung der Führungsbohrung 50 in den Ventilraum 41 ist ein Ventilsitz 54 ausgebildet, der als zweiter Ventilsitz mit der zweiten Dichtfläche 47 zusammen wirkt. Koaxial zu diesem und koaxial zu dem Ventiltglied 43 bzw. dem Schließkörper 42 ist am gegenüberliegenden Ende des Ventilraums 41 ein erster Ventilsitz 55 ausgebildet, mit dem die erste Dichtfläche 46 zusammen wirkt. Vom Ventilsitz 55 aus führt ein Abflußkanal 57 vom Ventilraum 41 ab. Dieser ist in der Fig. 2 ebenfalls dargestellt und führt zu dem Kraftstoffvorratsbehälter 6 zurück oder zu einem anders gestalteten Entlastungsraum. In dem Abflußkanal ist eine Drossel 58 vorgesehen, die den Abflußquerschnitt bei vom ersten Ventilsitz 55 abgehobenen Ventilkörper bestimmt. Der Zuflußkanal 53, der ebenfalls in Fig. 2 erkennbar ist, ist mit der Kraftstoffleitung 15 verbunden und kann somit Kraftstoff aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher über den Ventilraum 41 bei vom zweiten Ventilsitz 54 abgehobenen Ventiltglied 43 dem Steuerraum 36 zuführen.

Die erste und die zweite Dichtfläche 46 bzw. 47 sind im vorliegenden Falle kegelförmig ausgebildet. Die Betätigung des Ventiltglieds 43 erfolgt über den Stößel 45 von einem nicht weiter dargestellten Antrieb 59, der als Piezoanordnung, z. B. als sog. Piezostack oder als magnetostruktives Element ausgeführt ist. Diese Antriebe haben den Vorteil, daß sie analog zur Spannungsbeaufschlagung Stellwege durchführen und zwar mit hoher Betätigungskraft, wenn auch der absolut erzeugbare Weg relativ klein ist, so daß bei großen Stellwegen auch große Piezoelementpackungen verwendet werden müssen. Der weitere Vorteil solcher Antriebe besteht darin, daß sie sehr schnell wirken, so daß schnelle Schaltvorgänge durchführbar sind, die insbesondere bei der Einspritztechnik von hohem Vorteil sind.

Durch den Antrieb 59 kann nun der Ventilkörper 42 so verstellt werden, daß er entweder mit seiner ersten Dichtfläche 46 am ersten Ventilsitz 55 zur Anlage kommt und somit die Verbindung zwischen Steuerraum 36 und Abflußkanal 59 sperrt. In diesem Falle wird dem Steuerraum 36 der hohe Druck des Kraftstoffhochdruckspeichers 5 zugeführt und das Einspritzventiltglied 21 aufgrund der resultierenden Kraft aus dem auf seine Stirnfläche 34 wirkenden Druck in Schließstellung gehalten. In einem anderen Schaltzustand des Antriebs 59 kommt der Ventilkörper 42 mit seiner zweiten Dichtfläche 47 in Anlage an dem zweiten Ventilsitz 54 und verschließt somit den Zulauf von Hochdruckkraftstoff zum Steuerraum 36 und öffnet zugleich den Abflußkanal 57. Der Steuerraum 36 wird sodann entlastet und das Einspritzventiltglied 21 kann infolge des auf seine Druckschulter 31 wirkenden hohen Kraftstoffdrucks in Offenstellung gelangen und somit eine Kraftstoffeinspritzung bewirken. Wenn der Steuerraum 36 wieder mit hohem Kraftstoffdruck gefüllt wird, wird das Einspritzventiltglied 21 wegen der in Schließrichtung nun überwiegenden Kraft wieder in Schließstellung gebracht.

Statt der oben dargestellten Positionen des Schließkörpers 42 kann dieser nun in eine Zwischenstellung gebracht werden durch entsprechende Erregung der Piezoelemente des Antriebs 59, so daß sich im Steuerraum 36 ein mittlerer Druck zwischen dem höchsten Druckniveau entsprechend dem Druck im Kraftstoffhochdruckspeicher und dem niedrigsten Druckniveau entsprechend dem Entlastungsdruck einstellen kann. Dies bewirkt in Abstimmung mit der auf das Einspritzventiltglied wirkenden übrigen Kräfte die Möglichkeit, das Einspritzventiltglied in eine Zwischenstellung zu bringen, über die gedrosselt Kraftstoff zur Einspritzung in den Brennraum gelangt. Diese Einspritzung wird vorzugsweise für eine Voreinspritzung verwendet, wie sie bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen zur Geräuschredu-

zierung erforderlich ist. In Fig. 4 ist oben der Druckverlauf des Drucks P im Steuerraum 36 über die Zeit dargestellt und darunter der Hub des Einspritzventiltglieds, der der jeweiligen Einspritzung in Menge und Dauer entspricht. Man erkennt, daß für die Haupteinspritzung H im oben stehenden Linienzug der Steuerraum 37 wesentlich höher entlastet wird als im Bereich der Voreinspritzung V.

Zur dynamischen Beeinflussung der Öffnungs- und Schließbewegungen des Einspritzventiltglieds 21 ist z. B. die Drossel 58 im Abflußkanal 57 vorgesehen. Es kann weiterhin im Zulaufkanal 53 ebenfalls eine Drossel 60 eingesetzt werden, die den Druckanstieg im Steuerraum beeinflusst, wobei beide Drosseln 58 und 60 zusammen auf den Zustand der Zwischenstellung des Ventilkörpers zwischen den beiden Ventilsitzen und die Druckbildung im Steuerraum 36 abgestimmt sind. Diese Drosseln und/oder die jeweilige Annäherung des Schließkörpers 42 an den einen oder anderen der Ventilsitze 54 bzw. 55 haben Einfluß auf den resultierenden Druck der Steuerung der Voreinspritzmenge. Im hier gezeigten Beispiel mündet der Zulaufkanal 53 in den Ringraum 51 ein. In Umkehrung kann auch der Zulaufkanal an die Stelle des Abflußkanals 57 von Fig. 3 treten und der Abflußkanal an die Stelle des Zulaufkanals 53 dieser Figur vorgesehen werden. Diese Ausgestaltung hat einerseits den Vorteil, daß im Bereich der Führung zwischen Führungsbohrung 50 und Stößel 45 nur geringe Kraftstoffdrücke herrschen, so daß hier ein Leckage vermindert wird. Andererseits wirkt aber in Schließstellung der am ersten Ventilsitz 54 befindlichen Dichtfläche 46 noch ein verhältnismäßig hoher Druck auf die Restfläche am Ventilkörper, der diesen entgegen dem Antrieb belastet. Diese Belastung ist jedoch mit Hilfe von hohen Kräften verwirklichenden Piezoelementen beherrschbar.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung für Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckquelle (5, 8), an die ein Kraftstoffeinspritzventil (14) angeschlossen ist, das ein Einspritzventiltglied (21) zur Steuerung einer Einspritzöffnung (25) und einen Steuerraum (36) aufweist, der von einer beweglichen Wand (37) begrenzt wird, die mit dem Kraftstoffeinspritzventiltglied (21) wenigstens mittelbar verbunden ist, und mit einem Zuflußkanal (53), über den eine Hochdruckquelle (8), vorzugsweise die Kraftstoffhochdruckquelle, mit dem Steuerraum (36) verbindbar ist, und mit einem Abflußkanal (57) über den der Steuerraum (36) mit einem Entlastungsraum (6) verbindbar ist, wobei die genannten Verbindungen zum und von Steuerraum über ein Ventil (40) steuerbar sind, das ein Ventiltglied (43) mit einem Schließkörper (42) aufweist, der koaxial zu zwei Ventilsitzen (54, 55) in einem Ventilraum (41) verschiebbar angeordnet ist, der über ein Kanal (37) ständig mit dem Steuerraum (36) verbunden ist und mit einem von einem elektrisch betätigten Antrieb (59) bewegten Stößel (45) durch den der Schließkörper (42) zwischen den Ventilsitzen (54, 55) bewegt wird und in einer sich koaxial zu dem einen der Ventilsitze (54) anschließenden Führungsbohrung (50) geführt ist, wobei zwischen dem Ventilsitz (54), dem Stößel (45, 48) und der Führungsbohrung (50) im Gehäuse (19) des Ventils ein Durchflußkanal (51) gebildet wird, der mit dem Abfluß- oder dem Zuflußkanal verbunden ist und an dem anderen Ventilsitz (55) angrenzend der Zufluß- oder der Abflußkanal koaxial weiterführt und in wenigstens einem der Kanäle eine den Durchfluß steuernde Drossel (58, 60) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß als

Antrieb (59) des Stößels (45) ein Piezoelement oder ein magnetostriktives Element vorgesehen ist, dessen Erregung so steuerbar ist, daß der Ventilkörper (42) eine Stellung einnimmt, in der der eine oder der andere der Ventilsitze (54, 55) ganz geöffnete bzw. geschlossen ist oder eine Zwischenstellung einnimmt, in der steuerwirksam beide Ventilsitze (54, 55) geöffnet sind, und dabei der Steuerraum (36) eine Teilentlastung erfährt durch die das Einspritzventilglied (21) in eine Teilöffnungsposition bewegt wird.

10

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel fest mit dem Schließkörper verbunden ist.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl im Zuflußkanal (53) als auch im Abflußkanal (57) jeweils eine Drossel (60, 58) angeordnet ist.

15

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuflußkanal (53) auf der Seite des Stößels (45) in den Ventilraum (41) einmündet.

20

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

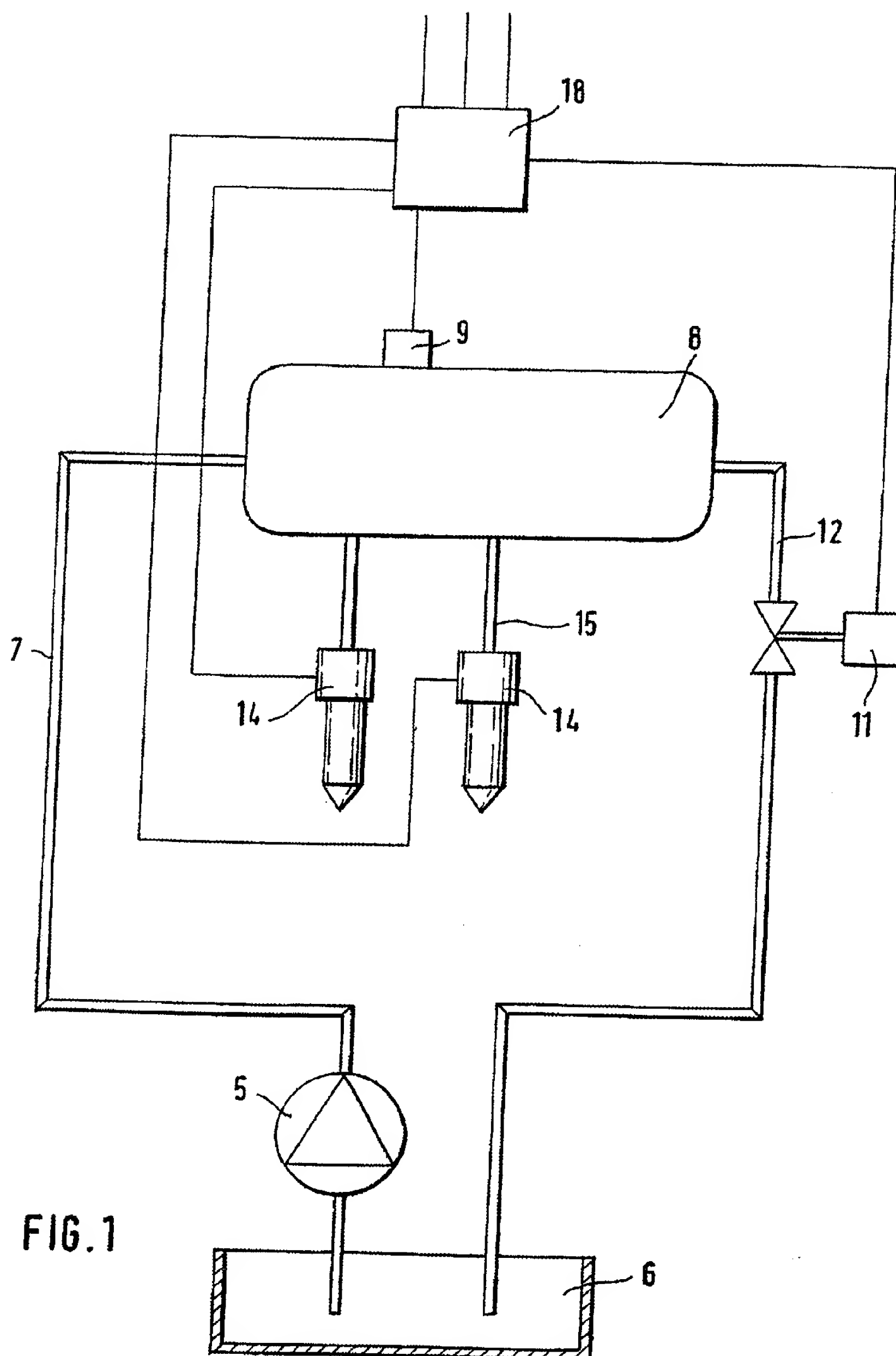


FIG. 1



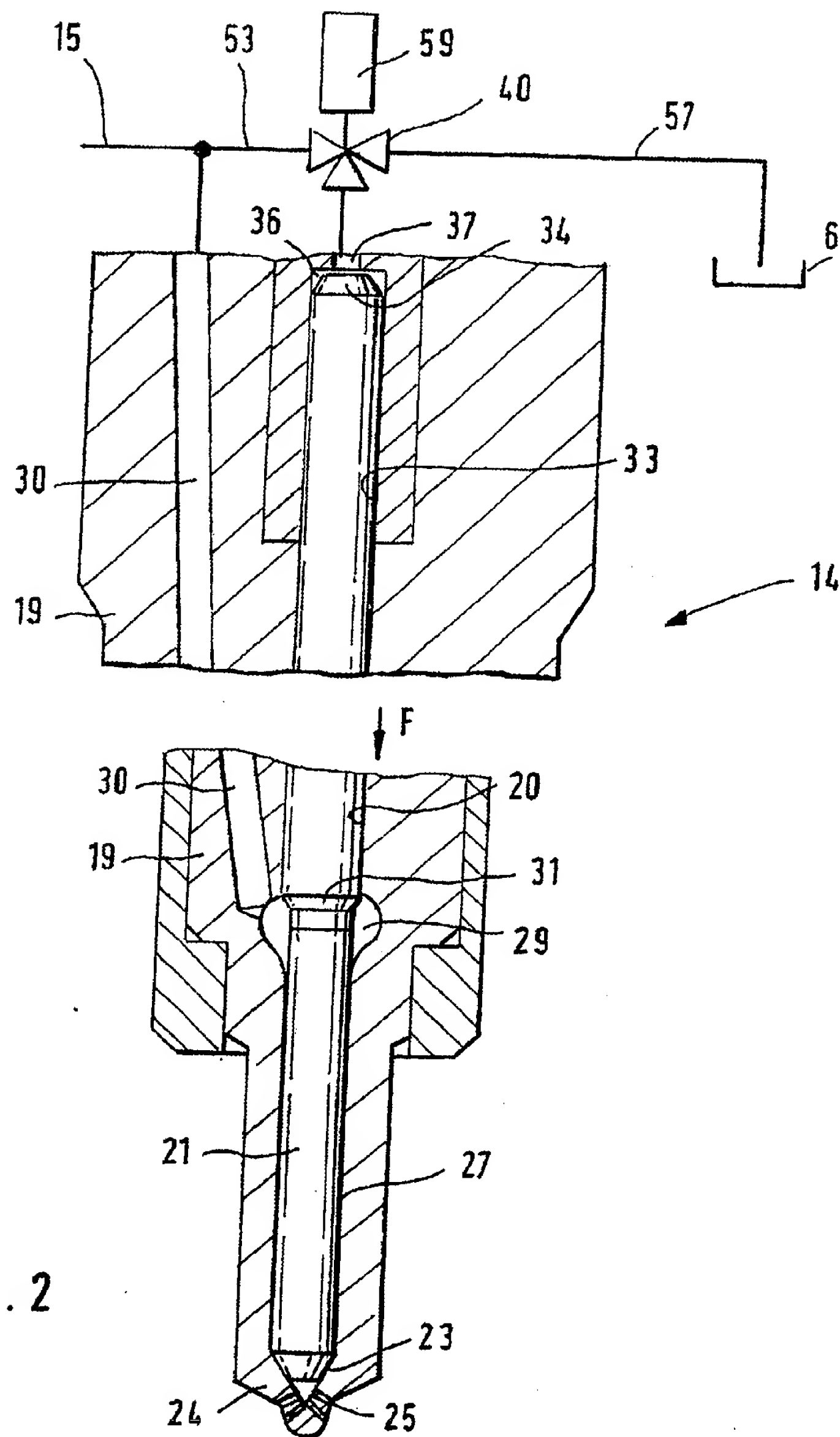


FIG. 2

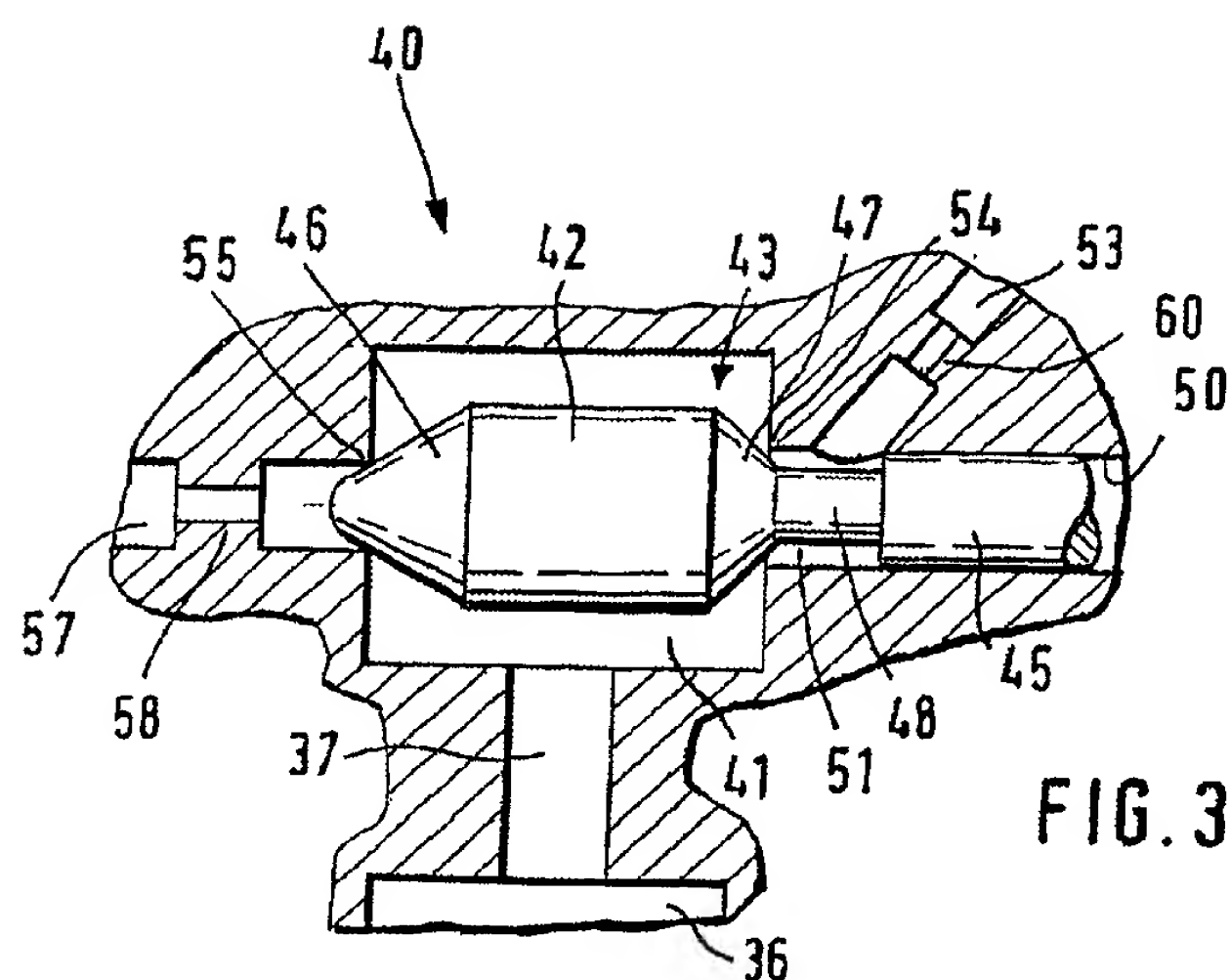


FIG. 3

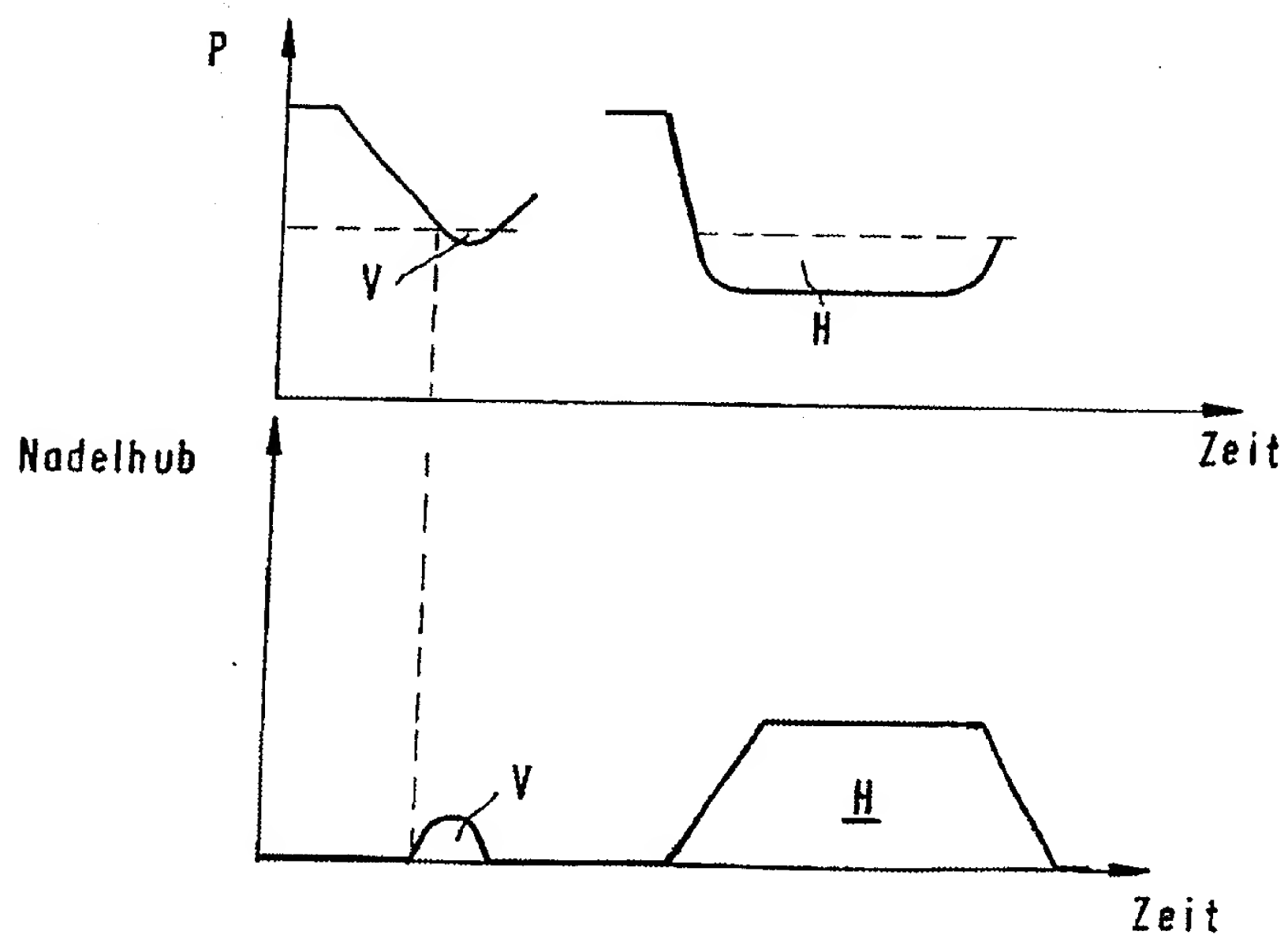


FIG. 4